Aus den Städtischen Kliniken Darmstadt
Medizinische Klinik III
(Direktor: Prof. Dr. D. Höffler)

ÜBER DEN WERT DER NEPHROANGIOTOMOGRAPHIE IM VERGLEICH ZUR INTRAVENÖSEN SUBTRAKTIONSANGIOGRAPHIE IN DER ROUTINEDIAGNOSTIK DER HYPERTONIE.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin des
Fachbereichs Humanmedizin
der
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von
Ead Ocal
aus Rafah - Gazastreifen

Frankfurt am Main 1983

UNIV.
LIBRARY
HALL

Aus den Städtischen Kliniken Darmstadt
Medizinische Klinik III
(Direktor: Prof. Dr. D. Höffler)

ÜBER DEN WERT DER NEPHROANGIOTOMOGRAPHIE IM VERGLEICH ZUR INTRAVENÖSEN SUBTRAKTIONSANGIOGRAPHIE IN DER ROUTINEDIAGNOSTIK DER HYPERTONIE.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin des
Fachbereichs Humanmedizin
der
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von
Ead Ocal
aus Rafah - Gazastreifen

Frankfurt am Main 1983

Dekan: Prof.Dr.med.H.-J.Müller
Referent: Prof.Dr.med.D.Höffler
1.Korreferent: Prof.Dr.med.J.Kollath
2.Korreferent: Prof.Dr.med.W.Schoeppe

Tag der mündlichen Prüfung: 01.11.1983

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Problemstellung	2
3.	Methodik und Krankengut	2
	a) Die Nephroangiotomographie (NATG) mit anschließendem Ausscheidungsurogramm	
	Untersuchungsvorgang	
	b) Die intravenöse Subtraktionsangiographie (ISA) der Aorta abdominalis und der Nierenarterien mit anschließendem Ausscheidungsurogramm	
	Untersuchungsvorgang	
4.	Ergebnisse	8
5.	Diskussion	20
	I. NATG	
	II. ISA der Aorta abdominalis und der Nierengefäße	
6.	Nachteile der NATG	24
	Vorteile der NATG	24
7.	Nachteile der ISA	25
	Vorteile der ISA	26
8.	Zusammenfassung und Schlußfolgerung	26
9.	Zusammenfassung	29
10.	Literaturverzeichnis	30
11.	Anhang	

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523704_0029

Einleitung

In etwa 90 % der Fälle von Hypertonie liegt eine "essentielle Hypertonie" vor. Diese häufige Diagnose stellt eine Ausschlußdiagnose dar (22). Es ist also erforderlich, faßbare Ursachen der Hypertonie wie eine renale, endokrine oder renovasculäre Hypertonie zu erfassen bzw. auszuschließen (1, 2, 4, 5, 7, 21, 23, 29, 30, 31, 34, 43, 46). Besondere Schwierigkeiten bereitete bis vor kurzem noch die Erfassung einer Nierenarterienstenose. Nur in etwa 60-70 % der Fälle ergibt sich hier (je nach Technik und Sorgfalt der Untersuchung) eine Seitendifferenz im i.v.-Urogramm, der Methode, die bisher als Standarduntersuchungsmethode gelten konnte. Kann man sonographisch eine Seitendifferenz der Nierengröße erfassen und ist diese auf eine Nierenarterienstenose zurückzuführen, so ist das Leiden schon lange vorhanden und weit fortgeschritten. Die exakte Erfassung der Nierenarterienstenose durch eine Arteriographie kann nicht als Routineuntersuchung angewandt werden: es handelt sich um eine invasive und mit einer gewissen Komplikationsrate belastete Untersuchungsmethode (13). Auch die seitengetrennte Isotopen-Clearance ist zur Klärung dieser Fragestellung nicht immer befriedigend, da für ihre Durchführung ein erheblicher apparativer Aufwand und eine große persönliche Erfahrung erforderlich ist. Auch kann eine seitengetrennte Clearance eben nur einen Aufschluß über eine Seitendifferenz, nicht aber über die Ursache einer solchen Seitendifferenz, also z. B. eine Nierenarterienstenose Auskunft geben.
Es besteht also ein erheblicher Bedarf nach einer nicht invasiven, routinemäßig durchzuführenden Untersuchungsmethode, die es gestattet, eine Nierenarterienstenose zuverlässig zu erfassen. Neuerdings wurden hierzu die intravenöse Nephroangiotomographie (NATG) und die intravenöse Subtraktionsangiographie (ISA) angeboten. Es erschien uns wichtig, Möglichkeiten und Grenzen beider Methoden zu erfassen und miteinander zu vergleichen.

Problemstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist der Vergleich zwischen der Nephroangiotomographie (NATG) und der intravenösen Subtraktionsangiographie (ISA) der Nierengefäße. Bei beiden Methoden sollten folgende Punkte untersucht werden:

1.) Welche Nebenwirkungen sind bei der Durchführung der einzelnen Methode zu beobachten?

2.) In wieviel Prozent der Fälle kommt man zu einer befriedigenden Beurteilung der Frage, ob eine Nierenarterienstenose vorliegt oder ausgeschlossen werden kann?

3.) Wie hoch ist die Ausbeute bei unserem Krankengut?

4.) Bei welchem Grade der Adipositas wird noch eine befriedigende Beurteilung der Nierengefäße möglich?

5.) Stehen Ausbeute und Belästigung der Patienten, sowie finanzieller und organisatorischer Aufwand in einem angemessenen Verhältnis?

Methodik und Krankengut

Vom Januar 1982 bis Dezember 1982 wurden 50 Nephroangiotomographien (NATG) und 60 intravenöse Subtraktionsangiographien (ISA) der Nierengefäße und der Aorta abdominalis mit anschließendem Ausscheidungsurogramm bei Hypertonikern mit unbekannter Genese der Hypertonie durchgeführt. Diese Patienten kamen unselektiert aus einer Hochdruck-Ambulanz oder den Stationen der Medizinischen Klinik I-III der Städtischen Kliniken in Darmstadt.

Der weitaus größte Anteil kam aus der Medizinischen Klinik III, deren Schwergewicht auf der Behandlung von Nieren- und Hochdruck-Kranken liegt. Die 50 NATG-Patienten waren im Durchschnittsalter von 43,7 Jahren. Vier von ihnen waren über 60 Jahre alt und zwei von ihnen unter 20 Jahre alt. Der älteste Patient war 69 Jahre alt, der jüngste Patient 17 Jahre alt. Es handelte sich um 34 männliche und 16 weibliche Patienten. Die 60 Patienten, bei denen eine intravenöse Subtraktionsangiographie (ISA) der Aorta abdominalis und der Nierengefäße durchgeführt wurde, waren im Durchschnittsalter von 35 Jahren. Der älteste Patient war 70 Jahre alt, der jüngste Patient 20 Jahre alt. Es handelte sich um 36 männliche und 24 weibliche Patienten. Bei allen untersuchten Patienten lag der Kreatinin-Wert im Normbereich. Ausgeschlossen von dieser Studie waren Patienten, bei denen von früheren Ausscheidungsurogrammen renoparenchymatöse Veränderungen bekannt waren.

a) Die Nephroangiotomographie mit anschließendem Ausscheidungsurogramm

Die Darstellung der Aorta und der Nierenarterien nach i.v. Bolus-Injektion des Kontrastmittels entspricht im Prinzip der indirekten Aortographie. Die Kombination einer angiographischen Untersuchung mit einer Simultantomographie ermöglicht es, umschriebene dreidimensionale Gefäßgebiete simultan in wählbarer Schichtung zu zerlegen. Diese sollten weitgehend frei von störenden Überlagerungen durch Knochen, Darm und nicht interessierenden Gefäßen sein. Der Vorteil, daß die Nierengefäße quer zur Verwischungsrichtung verlaufen, wird in der Nephroangiotomographie ausgenutzt (14,15, 16,17,24,25,26,27,35,43).

Untersuchungsvorgang:

Der Patient wird über den Untersuchungsablauf, die möglichen

Nebenwirkungen und evtl. Risiken, wie Wärme- und Hitzegefühl, allergische Reaktionen, Brechreiz, Übelkeit und paravasate Injektion nach Kontrastmittel-Bolus-Injektion, sowie Bittergeschmack nach Decholin-Gabe, aufgeklärt.

Es wird eine weitkalibrige Braunüle (Größe: 2-G 14 der Firma B. Braun, Melsungen AG) in eine Armvene, zweifelsfrei intravenös liegend, vorgeschoben. Zur Kreislaufzeitbestimmung erhält der Patient 3 ml Decholin über die oben genannte Armvene. Über diese Armvene wird später die Kontrastmittel-Bolus-Injektion erfolgen. Die Zeit von der Decholin i.v. Injektion bis zum Auftreten eines bitteren Geschmacks wird als Kreislaufzeit eingesetzt. Hierbei wird unterstellt, daß die Geschwindigkeit, mit der der Indikator Decholin von der Armvene zur Arteria carotis und Aorta abdominalis gelangt, gleicht ist. Wegen der Streubreite der Kreislaufzeit besonders zwischen jungen und alten Patienten sowie der Abhängigkeit vom Herzzeitvolumen und Herzinsuffizienz empfiehlt sich diese individuelle Kreislaufzeitbestimmung (24,25,26,27,44).

Nach Anfertigung einer Nierenleeraufnahme wird, wie vor einem Ausscheidungsurogramm, die Ebene der Aorta abdominalis und der Nierengefäße mittels Simultan-Schichtverfahrens festgelegt. Die Simultankassette beinhaltet drei Filme im Abstand von einem Zentimeter. Durch das Simultan-Schichtverfahren können mehrere Aufnahmen in verschiedenen Schichthöhen zu gleicher Zeit mit einer Exposition angefertigt werden. Ein wichtiger Vorteil für den Patienten ist hierbei die geringere Strahlenbelastung als beim konventionellen Schichtverfahren für mehrere Schichten. Nach Beurteilung der Leeraufnahmen wird eine evtl. nötige Korrektur an der Schichthöhe vorgenommen.

Zur Gefäßdarstellung erfolgt die Kontrastmittel-Bolus-Injektion über die Armvene, über die das Decholin injiziert

wurde. Es werden 1 ml pro Kilogramm Körpergewicht, jedoch höchsten 60 ml Kontrastmittel injiziert. Die Injektion erfolgt maschinell in 5 Sekunden mit konstantem Flow. Bei unserem Krankengut wurde als Kontrastmittel Solutrast 370 (77 %) der Firma Byk-Gulden verwendet.

Die zu bestimmende Kreislaufzeit wird 2,5 Sekunden von Beginn der Bolus-Injektion ab gerechnet. Nämlich nach dieser Zeit ist bereits die Hälfte des Kontrastmittels injiziert. Die Aufnahmetechnik geschieht nach dem Prinzip des Simultan-Schichtverfahrens. Die Simultan-Kassette beinhaltet 6 Filme in einem Abstand von 0,7 Zentimeter. Beim Eintritt des Kontrastmittels in die Bauchaorta und Nierengefäße erfolgt die Exposition. Die dadurch angefertigten Aufnahmen in verschiedener Schichthöhe umfassen einen Abstand von ca. 5 cm, was dem Abstand der Bauchaortenhöhe und der Mitte der Nierenhilushöhe entspricht (24).

Ein Nephroangiotomogramm gilt als beurteilbar, wenn eine lückenlose Verfolgung und Beurteilung der Nierenarterien vom Abgang der Aorta abdominalis bis zum Nierenhilus hin möglich ist. Ist dies nicht der Fall, kann eine Stenose nicht ausgeschlossen werden. Anschließend an das Nephroangiotomogramm werden Aufnahmen wie bei einem Ausscheidungsurogramm angefertigt.

b) Die intravenöse Subtraktionsangiographie der Aorta abdominalis und der Nierenarterien mit anschließendem Ausscheidungsurogramm

Zum Nachweis kleinster Unterschiede zwischen zwei Röntgenaufnahmen wurde von Ziedses des Plantes Mitte der 30er Jahre die Subtraktionstechnik eingeführt. Die nacheinander erfolgten analogen Röntgenaufnahmen desselben Objekts vor und nach einer Änderung, wie bei der Leeraufnahme und der Aufnahme eines Kontrastmittelschattens in einem Körpergebiet, werden mit Hilfe der Subtraktionstechnik vorteilhaft

ausgenützt. Überdeckt man eine Röntgenaufnahme mit einem Diapositiv der anderen, so erscheint die Differenz als separates Bild, zum Beispiel der Schatten des Kontrastmittels in den Gefäßen ohne Überlagerung von Knochenstrukturen und Darmschatten (47).
Die größte Verbreitung fand die Subtraktionstechnik in der Neuroradiologie zur überlagerungsfreien Darstellung der Hirngefäße (3,10,11,18,19).

Die Verbreitung der Seldinger-Katheter-Angiographietechnik verdrängte die intravenöse Subtraktionsangiographie der Aorta abdominalis und der Nierenarterien zum Ausschluß einer Nierenarterienstenose. Erst in jüngster Zeit hat die intravenöse Subtraktionsangiographie mit dem Einzug der digitalen Radiographie zunehmend an Interesse gewonnen (6,8,9,19,20, 32,33,37,38,39,40,41).

Untersuchungsvorgang:

Der Patient wird wie bei der Nephroangiotomographie über Nebenwirkungen und möglichen Risiken aufgeklärt. Vor i.v. Injektion von Buscopan werden die Patienten nach einer Glaukomanamnese befragt. Um Überlagerungen durch Darminhalt zu vermeiden, werden den Patienten am Vortag der Untersuchung Laxantien verabreicht. Eine Abdomenübersichtsaufnahme wird als Nierenleeraufnahme vor der Kontrastmittel-Bolus-Injektion angefertigt. Der untersuchte Patient wird um etwa 10 Grad im zweiten schrägen Durchmesser angehoben (links angehoben). Die rechte Nierenarterie wird somit nicht mehr von einer Überlagerung durch den Wirbelsäulenschatten beeinflußt. In eine kubitale Armvene wird wie bei der Nephroangiotomographie eine weitkalibrige Braunüle zweifelsfrei intravenös liegend vorgeschoben. Über diese Braunüle wird das 77 %ige Kontrastmittel (Solutrast 370 der Firma Byk-Gulden) von Raumtemperatur, 1 ml pro Kilogramm Körpergewicht, jedoch höchstens 60 ml Kontrastmittel injiziert.
Die maschinelle Injektion erfolgt mit einer anfänglichen

Flußrate von 8 ml/Sekunde, danach wird diese bis auf 18 ml/Sekunde erhöht. Die Injektion erfolgt nach mäßiger Hyperventilation des Patienten in Exspirationsstellung, was eine Kooperation des Patienten voraussetzt. Zur Ausschaltung der Darmbewegung wird kurz vor der Bolus-Injektion 1 ml Buscopan i.v. injiziert.

Wie bei der abdominellen Angiographie werden pro Serie 7 Aufnahmen im Zweisekundenabstand mittels Filmwechsler angefertigt.

Die Aufnahmeserie beginnt ca. 1 Sekunde nach Injektionsende. Aus einer Aufnahmeserie resultieren 1-3 Leerbilder (mögliche Masken), 2-4 arterielle Phasenaufnahmen und evtl. eine Aufnahme der parenchymatösen Füllungsphase. Im Falle einer Herzinsuffizienz bedarf die Aufnahmeserie einer anderen zeitlichen Koordination, da die Kreislaufzeit dann länger ist und berücksichtigt werden muß. Nach Entwicklung der Filmserie wird eine Maske in der Regel von der 2. oder 3. Aufnahme angefertigt. Die Maske soll die letzte Leeraufnahme vor der Kontrastmittelpassage in die Aorta abdominalis und den Nierenarterien sein. Dadurch werden die möglichen Veränderungen zwischen Maske und nachfolgendem Bild vermieden.

Im Falle einer Überlagerung der linken Nierenarterie durch den Wirbelsäulenschatten wegen der Linksanhebung wird eine zweite Serie entweder in normaler Rückenlage oder im ersten schrägen Durchmesser nach demselben Prinzip angefertigt. Die nötigen Aufnahmen für das Ausscheidungsurogramm werden anschließend angefertigt.

Die Auswertung einer intravenösen Subtraktionsangiographie der Aorta abdominalis und der Nierenarterien mit anschliessendem Ausscheidungsurogramm dauert von Beginn der Untersuchung an bis zum Ende des Ausscheidungsurogramms im Durchschnitt etwa eine Stunde. Zur Thromboseprophylaxe erfolgt ein ständiger Tropf der intravenös liegenden Kanüle mittels

einer Heparin-Glucose-Infusion oder mittels einer physiologischen Kochsalzlösung.

Ergebnisse

Bei den 50 Nephroangiotomographien wurden in 39 Fällen (78 %) eine befriedigende bis gute Kontrastierung der Aorta abdominalis und der Nierenarterien erzielt. In 11 Fällen (22 %) war eine Beurteilung nicht möglich. Unter den beurteilten Fällen fanden sich 3 Patienten (8 % der beurteilbaren Fälle, entspricht 6 % der Gesamtzahl) mit Nierenarterienstenosen, die angiographisch bestätigt wurden.

Tabelle 1 - Beurteilbarkeit und Stenosen

	N 50	%	
beurteilbar	39	78 %	
nicht beurteilbar	11	22 %	
Stenosen	3	6 %	der Gesamtzahl und
		ca. 8 %	der beurteilbaren Fälle.

Die Nebenwirkungen nach Kontrastmittel-Bolus-Injektion zeigten sich in Form von Hitzegefühl, Wärmegefühl, Erbrechen und Venenruptur. Von den 50 NATG-Patienten verspürten 6 Patienten (12 %) nach Kontrastmittel-Injektion ein Hitzegefühl, welches weniger als eine Minute anhielt. 44 Patienten (88 %) empfanden nur ein Wärmegefühl. 3 Patienten (6 %) erbrachen. In keinem Falle trat eine allergische Reaktion auf. Während der maschinellen Injektion rupturierten bei 2 Patienten (4 %) die Venen. Hierdurch entstand eine paravasale Injektion, die Schwellung und Schmerzen verursachte und eine abschwellende antiphlogistische Therapie erforderte. Nekrosen der Haut wurden nicht beobachtet.

Tabelle 2 - Reaktionen und Komplikationen nach Kontrastmittelinjektion

	N 50	%
Hitzegefühl	6	12 %
Wärmegefühl	44	88 %
Erbrechen	3	6 %
Venenruptur	2	4 %

Die Nebenwirkungen nach Decholin-Gabe zur Kreislaufzeitbestimmung waren in Form eines pelzigen bis bitteren Geschmacks und Erbrechen zu beobachten. Bei 49 Patienten (98 %) trat ein pelziger bis bitterer Geschmack auf. Bei 3 Patienten (6 %) war Erbrechen zu beobachten, bei einem Patienten (2 %) war das Decholin nicht zu schmecken. Bei keinem Patienten trat eine allergische Reaktion auf.

Tabelle 3 - Reaktionen nach Decholin-Gabe

	N 50	%
pelziger bis bitterer Geschmack	49	98 %
kein Geschmack	1	2 %
Erbrechen	3	6 %

Die Kreislaufzeit betrug im Durchschnitt 13,1 Sekunden mit einer Streubreite von9 bis 20 Sekunden (MW $\pm$ SD: 13,1 $\pm$ 2,7 Sekunden). Bei Patienten unter 40 Jahren lag die Kreislaufzeit meist um 11 Sekunden, bei älteren Patienten jedoch meist um 16 Sekunden. Bei 3 Herzinsuffizienz-Patienten lag die Kreislaufzeit um 20 Sekunden. Bei aufgeregten Patienten mit hohem Pulsschlag lag die Kreislauf kürzer als bei Patienten derselben Altersgruppe.

Bei den befriedigend bis gut beurteilbaren 39 NATG's fanden sich 79 Arterien, da bei einem Patienten die rechte Niere

doppelt versorgt war. Bei den anderen 11 nicht beurteilbaren NATG's war eine Doppel- bzw. Mehrfachversorgung der Nieren wegen einer Überlagerung und parallel verlaufender paravertebraler Arterien nicht erkennbar.

Nach ihrem Adipositasgrad wurden die 50 NATG-Patienten in 3 Gruppen nach der Tabelle der Metropolitan Life Insurance Company eingeteilt:
Die erste Gruppe umfaßt Hypertoniker mit einem Adipositasgrad von mehr als 50 %. In dieser Gruppe waren 14 Patienten (28 %). Die zweite Gruppe umfaßt Hypertoniker mit einem Adipositasgrad zwischen 30 % und 50 % Übergewicht. In dieser Gruppe waren 11 Patienten (22 %). In der dritten Gruppe wurden die Patienten von weniger als 30 % Übergewicht bis zum Idealgewicht eingeordnet. Hier waren 25 Patienten (50 %). Von den 14 Patienten mit einem Übergewicht von mehr als 50 % waren 8 NATG's beurteilbar und 6 NATG's nicht beurteilbar, d. h. nur in knapp über die Hälfte der Fälle war eine Auswertung möglich. In der zweiten Gruppe, in der sich die Patienten mit einem Übergewicht zwischen 30 % und 50 % befanden, waren 8 NATG's beurteilbar und 3 NATG's nicht beurteilbar, d. h. in ca. 73 % beurteilbar und in ca. 27 % nicht beurteilbar. In der dritten Gruppe, die Patienten mit einem Übergewicht von weniger als 30 % bis zum Idelgewicht umfaßte, waren 23 NATG's gut beurteilbar und zwei NATG's nicht beurteilbar, d. h. in 92 % der Fälle war eine Beurteilbarkeit möglich und nur in 8 % der Fälle nicht.

Tabelle 4 - Adipositas und Beurteilbarkeit

	Adipositas	Gesamtzahl	Beurteilbarkeit
Gruppe I	>50 %	14 (28 %)	8 (ca. 57 %)
Gruppe II	30-50 %	11 (22 %)	8 (ca. 73 %)
Gruppe III	<30 % bis Idealgewicht	25 (50 %)	23 (92 %)

In den 11 NATG's, die nicht beurteilbar waren, sind die zwei Patienten enthalten, bei denen die Venen während der Injektion platzten. Bei einem Patienten war die Kreislaufzeit durch die Decholin-Methode nicht zu bestimmen, weil er das Decholin nicht schmecken konnte. Die bei diesem Patienten eingesetzte durchschnittliche Kreislaufzeit, die den Untersuchungen von Schad und Mitarbeiter entnommen war und 13,6 sec. betrug (36), entsprach nicht seiner reellen Kreislaufzeit. Es war keine zeitgerechte Kontrastierung der Aorta und der Nierenarterien zu erreichen.

Bei einem Patienten war die Aorta abdominalis und die linke Nierenarterie befriedigend kontrastiert, jedoch war die rechte Nierenarterie wegen einer Beckenniere rechts nicht beurteilbar.

Bei 6 Patienten war die massive Fettleibigkeit die Ursache der Nicht-Beurteilbarkeit, das sind ca. 55 % der nicht-beurteilten Fälle.
Diese Patienten hatten ein Überwicht von mehr als 50 %. Wegen Unterbelichtung der Filme trotz Einsatz aller zur Verfügung stehenden apparativen Leistungen und Überlagerungen waren die Aufnahmen bei diesen 6 Patienten zum Ausschluß von Stenosen nicht zu verwerten.

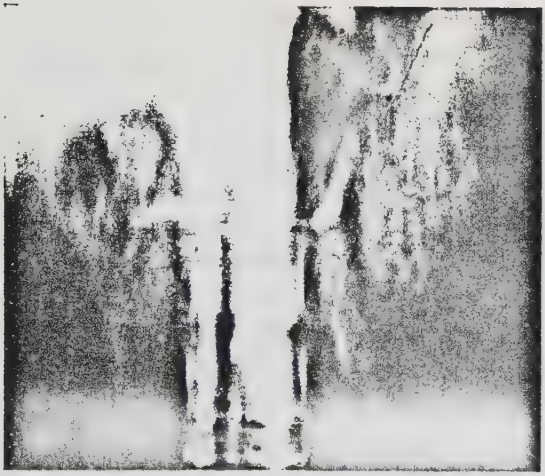
Tabelle 5 - Ursachen der Nicht-Beurteilbarkeit

	Gesamtzahl 11 (von 50)
Venenruptur während der Injektion	2 Pat.
Adipositas über 50 %	6 Pat.
Decholin nicht geschmeckt	1 Pat.
Caudale Dystopie der Niere	1 Pat.
Überlagerung	1 Pat.

Bei einem Patienten bestand eine Schrumpfniere, jedoch ohne Gefäßverschluß oder Stenose. Bei einem weiteren Patienten fand sich eine Raumforderung, die sich dann post-operativ als ein Hypernephrom herausstellte.

Abbild 1) Normales Nephroangiotomogramm, ohne Hinweis für Stenosen, bei einem 50jährigen, männlichen Patienten mit Übergewicht von 25 %. Seit einem Jahr bekannter Hypertonus (RR 180/100 mm Hg).

Abbild 2) Pathologisches Nephroangiotomogramm mit doppelseitiger Nierenarterienstenose, bei einem 53-jährigen, männlichen Patienten. Seit 5 Jahren therapieresistente Hypertonie mit Spitzenwerten von RR 220/120 mm Hg.



Ergebnisse der intravenösen Subtraktionsangiographie der Aorta abdominalis und der Nierenarterien

Es wurden 60 intravenöse Subtraktionsangiographien der Aorta abdominalis und der Nierengefäße im Zeitraum vom Januar bis Dezember 1982 durchgeführt. Bei den 60 Patienten wurden 87 Serien angefertigt, im Durchschnitt 1,45 Serien pro Patient. Bei den 60 Fällen ergaben sich keinerlei nennenswerte Beschwerden nach Injektion von 1 ml Buscopan i. v. Nach Kontrastmittelinjektion war jedoch bei allen Patienten ein Wärmegefühl zu spüren. Bei drei Patienten wurde ein Brechreiz beobachtet. Allergische Reaktionen nach Kontrastmittelinjektion traten nicht ein. Bei einer Patientin entwickelte sich eine cardiale Symptomatik, was uns veranlaßte, die Patientin auf die benachbarte Intensivstation zu verlegen. Nach einer Stunde Beobachtungsaufenthalt wurde sie wieder nach Hause entlassen. Bei einem Patienten platzte die oberflächliche Vene während der Bolus-Injektion, wodurch eine schmerzhafte paravasale Quaddel entstand. Diese erforderte eine abschwellende und antiphlogistische Therapie. Hierbei wurden keine Hautnekrosen beobachtet.

Tabelle 6 Komplikationen und Nebenwirkungen nach Kontrastmittelinjektion

	N 60	%
Wärmegefühl nach KM-Injektion	60	100 %
Erbrechen	3	5 %
kardiale Symptomatik	1	
Venenruptur	1	

In 57 Fällen (95 %) gelang eine gute bis befriedigende Beurteilung der Nierengefäße und der Aorta abdominalis. Unter den 3 Fällen (5 %), bei denen keine ausreichende Kontrastierung der Aorta abdominalis und Nierengefäße gelang, waren zwei Patienten mit globaler Herzinsuffizienz. Bei dem dritten Patienten rupturierte die Vene während der Injektion, so daß keine ausreichende Kontrastmittelmenge in den Kreislauf gelang.

Tabelle 7 - Beurteilbarkeit und Ausbeute

	N 60	Beurteilbarkeit
beurteilbar	57	95 %
nicht beurteilbar	3	5 %
Nierenarterienveränderungen, Stenosen und Verschluß	13	ca. 23 % der beurteilbaren Fälle.

In 13 Fällen (ca. 23 %) der beurteilbaren intravenösen Subtraktionsangiographien fanden sich Nierenarterienveränderungen bzw. Stenosen. In zwei Fällen war ein einseitiger Nierenarterienverschluß zu beobachten. Unter den 59 angefertigten Ausscheidungsurogrammen waren in 18 Fällen (ca. 30 %) pyelonephritische Veränderungen, Schrumpfnierenbildungen und in einem Fall eine Raumforderung zu beobachten.

Hierbei wurden die Patienten ebenfalls nach ihrem Adipositasgrad in 3 Gruppen nach der Tabelle der Metropolitan Life Insurance Company eingeteilt:
In der ersten Gruppe fanden sich 6 Patienten (10 %) mit Adipositas von mehr als 50 % Übergewicht. Bei 5 dieser Patienten gelang eine befriedigende bis gute Kontrastierung der Bauchaorta und der Nierengefäße. Bei dem 6. Patienten bestand eine globale Herzinsuffizienz, so daß keine ausreichende Kontrastierung in dem üblichen Zeitablauf zu erreichen war. Die zweite Gruppe umfaßte 18 Patienten (30 %) mit einer Adipositas zwischen 30 % und 50 % Übergewicht.

In 17 Fällen (ca. 95 %) dieser zweiten Gruppe wurde eine gute bis befriedigende Kontrastierung der Bauchaorta und Nierenarterien erzielt. Bei dem 18. Patienten bestand eine globale Herzinsuffizienz. Die dritte Gruppe umfaßte 36 Patienten (60 %) mit einem Übergewicht unter 30 % bis zum Idealgewicht. Bei allen diesen Patienten gelang eine gute Kontrastierung der Bauchaorta und der Nierengefäße.

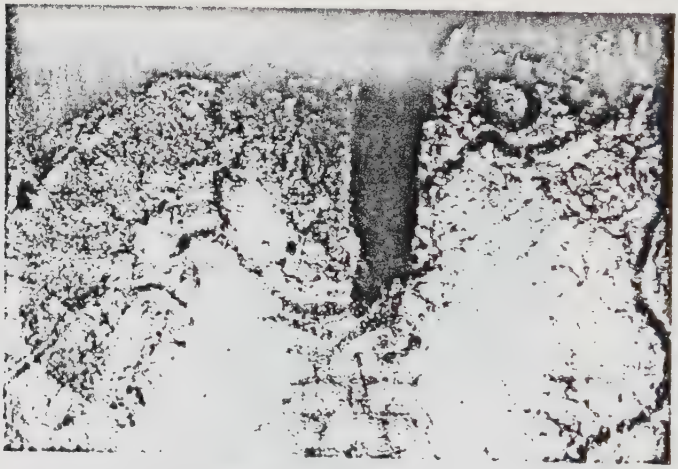
Tabelle 8 - Adipositas und Beurteilbarkeit

	Adipositas	N 60	Beurteilbarkeit
Gruppe I	50 %	6 (10 %)	5 (ca. 83 %)
Gruppe II	30-50 %	18 (30 %)	17 (ca. 95 %)
Gruppe III	30 % bis Idealgewicht	36 (60 %)	36 (100 %)

Abbild 3) Normale intravenöse Subtraktionsangiographie der Aorta abdominalis und der Nierengefäße bei einem 30jährigen Patienten mit einem Übergewicht von 35 %. Seit einem Jahr bekannter Hypertonus. RR 170/100 mm Hg.

Abbild 4) Pathologische ISA mit Nierenarterienverschluß links und hochgradiger Stenosierung der rechten Nierenarterie bei einem 60jährigen Patienten (männlich) mit einem Übergewicht von 20 %. Seit 5 Jahren bekannter therapieresistenter Hypertonus. RR 200/110 mm Hg.

Abbild 5) Aorta-abdominalis-Verschluß ab infrarenaler Ebene mit Verschluß der linken Nierenarterie bei einem 65jährigen, männlichen Patienten mit einem Übergewicht von 30 %. Seit 4 Jahren therapieresistenter Hypertonus. RR 190/110 mm Hg. Seit 3 Monaten Claudicatio intermittens Stadium III.



Vergleichstabelle 9 - Nicht-invasive Diagnostik der Nierenarterien durch KM-Anwendung

	Pat.-Zahl	Beurteilbarkeit in %	Stenosen	Literatur-Nr.
1. Ingrisch u. Mitarb. NATG	101	80 %	o. Ang.	(24)
2. Ingrisch u. Mitarb. NATG	71	87 %	16 %	(25)
3. Ingrisch u. Mitarb. NATG	180	70 %	o. Ang.	(26)
4. Ingrisch u. Mitarb. NATG	415	93 %	14 %	(27)
5. Friedrich u. Mitarb. ISA	125	82 %	11 %	(18)
6. Seyferth u. Mitarb. DVSA	120	80 %	o. Ang.	(38)
7. Treugut u. Mitarb. Sequenz-CT	300	100 %	3 %	(42)
8. Ocal "NATG"	50	78 %	8 %	vorliegende Arbeit
9. Ocal "ISA"	60	95 %	23 %	

Diskussion

1. NATG

Die indirekte Aortographie als Kombination einer angiographischen Untersuchung mit einer Simultan-Tomographie wird größtenteils in der Nephroangiotomographie erreicht. In einem nicht unbedeutenden Anteil bleiben jedoch die störenden Überlagerungen bestehen. Diese sind besonders Wirbelsäulenschatten, Darmschatten und nicht interessierende para-vertebrale und viscerale Gefäße. Der Vorteil des Simultan-Schichtverfahrens liegt darin, daß für die Medizinisch-Technische Assistentin nur die Arbeit für eine einzelne Röntgenaufnahme entsteht. Für den Patienten besteht der wichtige Vorteil darin, daß die Strahlenbelastung für eine simultane Tomographie geringer ist als beim konventionellen Schichtverfahren für die entsprechenden Schichten (14). Die Kreislaufzeitbestimmung durch die Decholin-Methode wurde von uns gegenüber der Isotopen-Methode bevorzugt, da diese Methode am gleichen Untersuchungsplatz, an dem die Nephroangiotomographie erfolgt, durchgeführt werden kann. Auch die Schilddrüsenbelastung durch Isotopen (Caesium und Technetium 99) kann durch die Decholin-Methode vermieden werden. Wegen der Streubreite der Kreislaufzeit besonders auch unter den gleichaltrigen und gleichgewichtigen Patienten, ist die individuelle Kreislaufzeitbestimmung unerläßlich. Stattdessen kann die von Schad und Mitarbeiter (36) beschriebene durchschnittliche Kreislaufzeit nicht eingesetzt werden. Die Decholin-Methode zur Kreislaufzeitbestimmung ist nicht immer zuverlässig, da das Decholin nicht bei allen Patienten zu schmecken war. Die Nebenwirkungen waren nur von kurzer Dauer und zumutbar.
Die Nebenwirkungen nach Kontrastmittel-Bolus-Injektion sind nicht für die Nephroangiotomographie spezifisch und treten ebenfalls bei anderen Untersuchungen wie Angiographie, Bolus-Injektion bei Computer-Tomographie oder auch bei einem einfachen Ausscheidungsurogramm. Nach neuesten Erkenntnissen von Weigert (45) sind die unspezifischen Nebenreaktionen bei

der Bolus-Injektion signifikant geringer als bei der Injektionszeit von 60 - 90 Sekunden.

Die Beurteilbarkeit von 92 % der Patienten mit Idealgewicht bei 30 % Übergewicht ist befriedigend. Die Beurteilbarkeit nimmt aber bei zunehmender Adipositas rapide ab. Da aber die Adipositas bei Hypertonikern häufig zu finden ist, kann künftig die Anwendung der Nephroangiotomographie als Routine-Suchtest nicht vorbehaltlos empfohlen werden.
Eine Einteilung der Patienten nach den Adipositasgraden sowie die unterschiedliche Filmschwärzung wurde von Ingrisch und Mitarbeiter nicht erwähnt (24, 25, 26, 27). Wahrscheinlich wurden nur normalgewichtige bis leicht adipöse Patienten untersucht. Ein Nephroangiotomogramm mit anschließendem Ausscheidungsurogramm kostet in Durchschnitt 132,-- DM.

II Die ISA der Bauchaorta und der Nierengefäße

Die bei unserem Krankengut in 95 % gelungene Beurteilung der Aorta abdominalis und der Nierengefäße liegt im oberen Bereich der Literaturangaben. Die durchschnittlichen Serien pro Patient sind fast in derselben Höhe, wie die, die von Friedrich et al angegeben wurden (18).
Die Anhebung des Nettogefäßkontrastes kann mittels Maskentechnik um das 4- bis 8-fache erzielt werden. Dies geschieht durch Hintergrundunterdrückung. Im Subtraktionsbild verschwinden die Überlagerungen durch Knochenstrukturen und Darminhaltschatten. Sehr oft erscheinen jedoch die paravertebralen Segmentarterien und visceralen Arterien im Bild. Diese sind aber von den Nierenarterien abzugrenzen. Damit die kontrastmittelschattenhaltigen Aufnahmen und die vorangegangene Leeraufnahme deckungsgleich bleiben, ist ein kooperatives Verhalten des Patienten unerläßlich. Dies zeigt sich in konstanter Lage und Atemanhalten während Anfertigung der Serie. Auch die Darmbewegungen werden durch Buscopan-Injektion kurz vor der Bolusinjektion ausgeschaltet. Andernfalls kann die Maske nicht verwendet werden.

Ein Nachteil der intravenösen Subtraktionsangiographie ist bei Herzinsuffizienz-Patienten zu finden. Bei diesen Patienten ist die Kreislaufzeit wesentlich länger als bei herzsuffizienten Patienten, was eine vorherige Kreislaufzeitbestimmung erfordert, um zeitlich abgestimmte Serien anfertigen zu können. Die von Schad und Mitarbeiter erwähnte durchschnittliche Kreislaufzeit findet bei Herzinsuffizienz-Patienten keine Gültigkeit, da bei Herzinsuffizienz-Patienten Kreislaufzeiten von ca. 20 Sek. und mehr zu finden sind.

Die Beurteilbarkeit ist bei allen Gewichtsklassen sehr befriedigend. Die Nebenwirkungen nach Kontrastmittelinjektion sind wie bei der Nephroangiotomographie nicht spezifisch und von kurzfristiger Dauer. Auch hier ist die Venenruptur während der Injektion als ernsthafte Komplikation zu betrachten, so daß der Untersuchungsablauf unterbrochen werden mußte. Die eingetretene kardiale Symptomatik bei einer Patientin nach der KM-Bolusinjektion ist eine der möglichen Komplikationen, die nicht vorher gesehen werden konnte. Sie mußte notfallmäßig behandelt werden.

Der materielle und personelle Aufwand ist im Vergleich zu den Ergebnissen akzeptabel, zumal das verwendete Kontrastmittel für das anschließend erfolgte Ausscheidungsurogramm ausgenutzt werden kann. Eine ISA + Ausscheidungsurogramm kostet im Durchschnitt 163,-- DM. Im Vergleich zur Angiographie ist die intravenöse Subtraktionsangiographie risikoärmer und erfordert keinen stationären Aufenthalt. Die digitale Radiographie und die dynamische Computertomographie sind im Vergleich zur intravenösen Subtraktionsangiographie teurer wegen der hohen apparativen Kosten. Auch sind solche Anlagen für diese Untersuchung bisher nur an wenigen Kliniken verfügbar (12, 37, 38).
Nachteile der ISA bei den Herzinsuffizienz-Patienten wurden von Friedrich et al nicht erwähnt (18); wahrscheinlich sind nur herzgesunde Patienten untersucht worden.

Tabelle 10 - Kostenvergleich zwischen NATG und ISA + Ausscheidungsurogramm

NATG + Ausscheidungsurogramm Nierenleeraufnahme, 7 Min.p.i. 20 Min.p.i.		ISA + Ausscheidungsurogramm Nierenleeraufnahme, 7 Min.p.i. 20 Min.p.i.	
1. Filme	Preis	1. Filme	Preis
3 30 x 40 cm 9 24 x 30 cm	31,-- DM	3 30 x 40 cm 10 35 x 35 cm	31,50 DM
2. Kontrastmittel 75 ml Solu-trast 370	93,-- DM	2. Kontrastmittel 100 ml Solu-trast 370	124,-- DM
3. Decholin-Amp.	2,50 DM	3. Buscopan-Amp. 1 ml	0,70 DM
4. Braunüle, Besteck, Unterlage, Desinf. Spray, Tupfer	5,-- DM	4. 500 ml NaCl, 5000 I.E. Heparin, Besteck, Unterlage, Desinf.Spray,Tupfer	7,-- DM
Summe:	ca. 132,-- DM	Summe:	ca. 163,-- DM

Dies sind Krankenhaus-Apotheken-Preise incl. Mehrwertsteuer.

Diese Kosten sind ohne Personalkosten und Beanspruchung der Krankenhausapparate.

Nachteile der NATG

1.) Die Nephroangiotomographie kann nur in Kliniken durchgeführt werden, in denen eine Simultan-Schichtanlage vorhanden ist.
2.) Überlagerungen durch Wirbelsäulenschatten, Darminhaltschatten, viscerale und paravertebrale Gefäße können die Feinbeurteilung der Nierengefäße erschweren, besonders in den Abschnitten, die sich auf die Wirbelsäule projizieren. In diesen Abschnitten finden sich aber am häufigsten Stenosen. Polgefäße sind auch von den Paravertebralsegmentarterien nicht immer abgrenzbar.
3.) Nicht alle Filme weisen die gleiche Schwärzung auf, da nämlich die fokusnahen Filme besser belichtet werden als die oberen Filme in derselben Simultan-Kassette.
4.) Der wichtigste Nachteil der Nephroangiotomographie ist die geringe Beurteilbarkeit bei adipösen Patienten, die häufig unter Hypertonikern zu finden sind.
5.) Die Kreislaufzeit läßt sich nicht bei allen Patienten durch die Decholin-Methode sicher bestimmen. Auch die von Schad und Mitarb. erwähnte durchschnittliche Kreislaufzeit findet nicht bei allen Patienten Gültigkeit.
6.) Die NATG erfordert ein kooperatives Verhalten des Patienten (Atemanhalten, genaue Angabe über den Eintritt des bitteren Geschmacks nach Decholin-Gabe).
7.) Die Nephroangiotomographie ist mit hoher Strahlenbelastung des Patienten verbunden: im Durchschnitt beträgt die Strahlenbelastung bei einem NATG ohne Ausscheidungsurogramm 7,6 R als Eintrittsdosis und 230 MR als Austrittsdosis.

Vorteile der NATG

1.) Die NATG ist eine nicht-invasive, ambulant durchführbare Untersuchung.
2.) Die quer zur Verwischungsrichtung verlaufenden Nieren-

arterien kommen meist ohne Überlagerung im gesamten Verlauf zur Darstellung.

3.) Die Kombination der Nephroangiotomographie mit dem anschließend angefertigten Ausscheidungsurogramm als Suchtest bei Hypertonikern ermöglicht es, fast bei allen Patienten eine Aussage über die renoparenchymatösen und meist auch über die renovaskulären Verhältnisse zu machen.

4.) Die Leerschichten, die zur Festlegung der Aorta abdominalis und der Nierenarterienebene angefertigt wurden, werden zum Ausschluß von schattengebenden Formationen in den Nieren und zur Nierenabgrenzung verwendet.

5.) Der Arbeitsaufwand der medizinisch-technischen Assistentin ist für Simultan-Tomographie weniger als bei der konservativen Tomographie für mehrere Einzelschichten. Die Strahlenbelastung des Patienten bei Simultan-Tomographie ist weniger als bei der konservativen Tomographie für mehrere Einzelschichten.

Nachteile der ISA

1.) Die intravenöse Subtraktionsangiographie kann nur in Kliniken durchgeführt werden, in denen eine Angiographie-Anlage vorhanden ist.

2.) Nicht bei allen Patienten ist die zeitlich abgestimmte Serie erfolgreich, da bei Herzinsuffizienz-Patienten eine längere Kreislaufzeit besteht und ohne vorherige Bestimmung eine fast nutzlose Serie von Aufnahmen verbraucht wird.

3.) Die Strahlenbelastung des Patienten bei der intravenösen Subtraktionsangiographie ist wie bei einer abdominellen Übersichtsangiographie hoch und beträgt im Durchschnitt (ohne Ausscheidungsurogramm-Aufnahmen) um 6 R Eintrittsdosis, Austrittsdosis 160 MR.

4.) Durch die Linksanhebung um ca. 10° im zweiten Durchmesser ist gelegentlich die linke Nierenarterie vom

Aorten- und Wirbelsäulenschatten nicht abgrenzbar, deshalb muß eine zweite Serie nach demselben Prinzip angefertigt werden.

5.) Die intravenöse Subtraktionsangiographie erfordert ein kooperatives Verhaltes des Patienten in Form von Atemanhalten und konstanter Haltung, sonst werden ungenaue Masken angefertigt.

6.) Zur kurzfristigen Ausschaltung von Darmbewegungen ist die Gabe von 1 ml Buscopan i. v. vor der Injektion des Kontrastmittels notwendig.

Vorteile der ISA

1.) Die ISA ist eine nicht-invasive, ambulant durchführbare Untersuchung.

2.) Eine Feinbeurteilung der Nierengefäße und der Bauchaorta wird in einem höheren Prozentsatz als bei der Nephroangiotomographie erreicht.

3.) Bei Überlagerung der linken Nierenarterie kann eine zweite Serie in der entgegengesetzten Drehrichtung angefertigt werden.

4.) Es werden pro Serie 1 - 3 Leeraufnahmen (später mögliche Masken) 2 - 4 arterielle Phasenaufnahmen und eine evtl. parenchymatöse Aufnahme produziert. Diese bietet eine breite Möglichkeit zur Subtraktion an.

5.) Das verwendete Kontrastmittel wird im anschließenden Ausscheidungsurogramm ausgenutzt.

Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die verwendete Kontrastmittelmenge ist bei beiden Methoden fast gleich, so daß die hierdurch bedingten Nebenwirkungen etwa gleich groß sind. Die Nebenwirkungen nach Decholin-Gabe zur Kreislaufzeitbestimmung sind höher als nach Buscopan-Injektion zur Ausschaltung der Darmbewegung, was gegen das

NATG spricht. Voraussetzung für die Buscopan-Injektion ist, daß die Patienten vorher nach einer Glaukomanamnese gefragt werden. Die Nebenwirkungen nach Kontrastmittel-Injektion, Decholin-Injektion und Buscopan-Injektion sind im Vergleich zu den Ergebnissen zumutbar, zumal andere nicht-invasive Methoden, wie die digitale Radiographie und die dynamische Computertomographie wegen einer höheren Auslastung dieser Anlagen und des beträchtlichen Aufwandes nicht als Screening-Methode eingesetzt werden können. Derartige Anlagen sind auch nur in sehr großen Kliniken zu finden (12).

Ohne nennenswerten zeitlichen personellen und materiellen Aufwand können beide Methoden als nicht-invasive Methoden in Kombination mit einem anschl. Ausscheidungsurogramm zur Abklärung der Hypertonie-Genese eingesetzt werden. Eine befriedigende Darstellung der Aorta abdominalis und der Nierenarterien ist bei der intravenösen Subtraktionsangiographie wesentlich häufiger als bei dem NATG zu erzielen. Auch die Bildqualität ist wesentlich besser als bei der NATG.

Während bei der ISA die Beurteilung der Bauchaorta und der Nierengefäße in allen Gewichtsklassen Gültigkeit findet, sind bei der Nephroangiotomographie nur gute Ergebnisse bei Patienten mit Normalgewicht bis leichtem Übergewicht zu erzielen.

Die personellen Kosten sind bei beiden Methoden fast gleich, nämlich ca. 1 Stunde für einen Arzt und für eine medizinisch-technische Assistentin pro vollständige Nephroangiotomographie oder intravenöse Subtraktionsangiographie mit anschl. Ausscheidungsurogramm.

Die intravenöse Subtraktionsangiographie in Kombination mit anschl. Ausscheidungsurogramm zur Abklärung einer renalen Hypertonie ist aus folgenden Gründen der Nephroangiotomographie vorzuziehen:

1.) Die Feinbeurteilung der Nierengefäße und der Aorta wird in höherem Prozentsatz als bei der NATG erreicht und findet bei allen Gewichtsklassen Gültigkeit.
2.) Im Falle von Überlagerung der linken Nierenarterie kann eine 2. ISA-Serie in der entgegengesetzten Drehrichtung angefertigt werden.
3.) Eine ISA-Serie bietet breite Möglichkeiten zur Subtraktion an.
4.) Die Strahlenbelastung bei einer ISA beträgt ca. 80 % wie bei einem NATG.

Ein ähnlicher Vergleich wurde von Friedrich et al begründet (18). Er kam zur gleichen Schlußfolgerung.

Zusammenfassung

Die Diagnose "essentielle Hypertonie" ist eine Ausschlußdiagnose. Bei dieser stellte sich bisher immer wieder das Problem, daß der Ausschluß einer Nierenarterienstenose mit den vorhandenen Methoden (Urogramm, Aortographie) entweder unzureichend oder zu belastend war. Das Nephroangiotomogramm (NATG) und die intravenöse Subtraktionsangiographie (ISA) zeigten hier neue Wege auf. Die Methoden können als nur gering invasiv bezeichnet werden.

In der vorliegenden Arbeit werden 50 NATG's mit 60 ISA's verglichen. Ziel der Untersuchung war es, festzustellen, wo die Grenzen und Möglichkeiten beider Untersuchungsmethoden liegen. Die Patienten wurden abhängig von ihrem Körpergewicht in verschiedene Klassen eingeteilt. Es stellt sich heraus, daß das NATG nur bei schlanken Patienten bzw. Patienten mit einem Übergewicht bis zu etwa 30 % befriedigende Ergebnisse gibt. Im Gegensatz hierzu bringt die ISA bei über 95 % der Patienten und unabhängig von einer Adipositas befriedigende Ergebnisse.

Die Vor- und Nachteile beider Methoden - beginnend bei der Belästigung des Patienten, über die Strahlenbelastung bis hin zu den Kosten - werden dargestellt und kritisch gegeneinander abgewogen. Als Schluß ergibt sich, daß die ISA eine wenig belästigende, der NATG überlegene Methode ist, bei der auch dann eine Nierenarteriendarstellung gelingt, wenn eine erhebliche Adipositas vorliegt.

Literaturnachweis

1) Abrams, H. L., M. D.:
Angiography, Second Edition, Vol. II,
Little Brown and Company, Boston 1971, 855

2) Arlart, I.:
Diagnostischer und prognostischer Wert der Bestimmung der renalen Hämodynamik bei renovasculärer Hypertonie.
Fortschr. Röntgenstr. 131, 1 (1979), 1 - 8

3) Backmund, H., Decker, K., Loy, W.:
Photographische Subtraktion eine radiologische Routinemethode.
Röfo 104, 3 (1966),408 - 413

4) Bookstein, J. J.:
Die Bedeutung der Röntgenuntersuchung bei renovasculärer Hypertonie.
Radiologe 15, (1975), 139-148

5) Braedel, H. U., Schindler, E.:
Angiographischer Beitrag zur Pathophysiologie des Nierenkreislaufs.
Fortschr. Röntgenstr. 120, 1 (1974), 61-71

6) Buonocore, E., Meaney, Th. F., Borkowski, G. P., Pavlicek, W., Gallagher, J.:
Digital subtraction angiography of the abdominal aorts and renal arteries.
Radiology 139, (1981), 281 - 286

7) Kyung, J. Cho:
Renal Angiography in Renovascular Hypertension.
Urol. Radiol. 3, (1982), 213 - 218

8) Christenson, P. C., Ovitt, Th. W., Fisher III, H. D., Frost, M. M., Nudelman, S., Roehrig , H.:
Intravenous angiography using digital video subtraction: Intravenous cervico-cerebrovascular angiography.
Amer. J. Röntgenol. 135, (1980), 1145 - 1152

9) Crummy, A. B., Strother, Ch. M., Lieberman, R. P., Stieghorst, M. F., Sackett, J. F., Wojtowycz, M. M., Kruger, R. A., Turnipseed, W. D., Ergun, D. L. , Shaw, Ch. G., Mistretta, Ch. A., Ruzicka, F. F.:
Digital video subtraction angiography for evaluation of peripheral vascular disease.
Radiology 141, (1981), 33 - 37

10) Deininger, H. K., Hesse, M. und Kammerer, V.:
Die photographische und elektronische Subtraktion in der angiographischen Diagnostik.
Fortschr. Röntgenstr. 114, (1971), 650

11) Deininger, H. K., Kammerer, V.:
Die Bedeutung des Subtraktionsverfahrens in der Röntgendiagnostik.
Z. Dtsch.Verb.Assist. (zvda), 16, (1970), 5

12) Deininger, H. K., Bolsinger, G., Ocal, E.:
Neuere bildgebende Methoden zur Erkennung vasculärer Veränderungen in der Diagnostik des renalen Hochdrucks.
Dtsch. Gesellschaft f. Angiologie, 15.-18. Sept. 1982, Ulm.

13) Elke, M.:
Kontrastmittel in der Röntgendiagnostik,
Georg Thieme-Verlag Stuttgart/New York, 1982

14) Felix, R., Ramm, B.:
Das Röntgenbild - Theorie, Methodik, Technik.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, New York (1980)

15) Fischer, K., Jacot, C.:
Die intravenöse Urographie mit Aortogramm unter Verwendung eines Kontrastmittels mit geringer Osmolalität.
Röntgen-Bl., 33 (1980), 496-500

16) Freyschmidt, J., Rittmeyer, K.:
Möglichkeiten und Grenzen der Gefäßdarstellung im Angiotomogramm in Abhängigkeit von Detailkontrast und -größe, sowie von der Lagebeziehung zwischen Detail- und Schichtrichtung.
Fortschr. Röntgenstr. 123, 4 (1975), 301-307

17) Freyschmidt, J., Rittmeyer, K.:
Experimentelle Untersuchungen zur Auflösung von Detailgrößen und -kontrasten im Angiotomogramm.
Fortschr. Röntgenstr. 123, 3 (1975), 262-267

18) Friedrich, M., Sörensen, R.:
Intravenöse Subtraktionsangiographie (ISA), Technik und Anwendungsgebiete,
Fortschr. Röntgenstr. 136, (1982), 705

19) Hacker, H., Arburg, C.:
Schnellverfahren für die Subtraktion in der täglichen Routine.
Röfo. 107, 6

20) Hillman, B. J., Ovitt, Th. W., Nudelman, S., Fisher, H. D., Forst, M. M., Capp, M. P., Roehrig, H., Seeley, G.:
Digital video subtraction angiography of renal vascular abnormalities.

Radiology, 139 (1981), 277 - 280

21) Bruce, J., Hillman, B. J.:
Renovascular Hypertension.
Diagnosis of Renal Artery Stenosis by Digital
Video Subtraction Angiography.
Urol. Radiol. 3, (1982), 219-222

22) Höffler, D.:
Hypertonie - Diagnostik, Klinik - Therapie.
Aesopus Verlag, Basel (1983)

23) Hötzinger, H.:
Radiologische Möglichkeiten bei der Differential-
diagnose der Hypertonie.
Röntgen-Bl., Heft 5, Mai 1982, 198

24) Ingrisch, H., Holzgreve, H., Binder, G., Frey,
K. W.:
Bolustechnik beim Ausscheidungsurogramm zur nicht-
invasiven Darstellung der Aorta abdominalis und der
großen Nierengefäße.
Internat. angiolog./angiograph. Seminar, in Baden-
Baden, vom 14.-18. März 1979, erschienen in(siehe Nr.29)

25) Ingrisch, H., Holzgreve, H., Binder, G.,
Frey, K. W.:
Ausscheidungsurogramm mit Angiotomographie.
Fortschr. Röntgenstr. 134, (1981), 346 - 441

26) Ingrisch, H., Holzgreve, H., Sommer, B., Westerburg,
K. W., Frey, F. W.:
Technik der Nierenarteriendarstellung im Rahmen
des Ausscheidungsurogramms. Bolustechnik - Zeit-
bestimmung - Simultantomographie.
Fortschr. auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik und
der Nuklearmedizin, 132, 4 (1980), 422-427

27) Ingrisch, H., Holzgreve, H., Middeke, M., Frey, K. W.:
Moderne Röntgenologische Diagnostik und Therapie des Hochdruckes bei Nierenarterienstenose.
Klin. Wschr. 58, (1980), 1105-1115

28) Mac Intyre, W. J., Pavlicek, W., Gallagher, J. H., Meaney, Th. F., Buonocore, E., Weinstein, M.:
Imaging capability of an experimental digital subtraction angiography unit.
Radiology 139, (1981), 307-313

29) Maurer, H. J.:
Möglichkeiten der Angiographie bei Hochdruckkrankheiten.
Loose, K. E., Loose, D. A.: Gefäß - Patient- Therapie.
6. Internat. angiograph./angiolog. Seminar,
Baden-Baden, 15.-17. März 1979,
Verlag Gerhard Witzstrock, Baden-Baden, Köln,
New York, 1980

30) Maurer, H. J., Arntz, K., Jung, M.:
Angiographische Untersuchungen bei Hypertension.
Gefäßmorphologie, Durchflußzeit und Nierengröße.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart,
Röntgen Bl. 32, (1979), 408-415

31) Meiisel, P., Apitzsch, D. E.:
Atlas derNierenangiographie.
Springer Verlag, Berlin (1978)

32) Mistretta, Ch. A., Crummy, A. B., Strother, Ch. M.:
Digital angiography: A. perspective.
Radiology 139, (1981), 273-276

33) Ovitt, Th. W., Christenson, P. C., Fisher III, H. D., Frost, M. M., Nudelman, S., Roehrig, H., Seeley, G.:
Intravenous angiography using digital video

subtraction: X-ray imaging system.
Amer.J.Roentgenol. 135, (1980), 1141 - 1144

34) Pemsel, H. K., Thermann, M.:
Zur hämodynamischen Wirksamkeit der Nierenarterienstenose.
Röfo. 129, 2 (1978), 189-192

35) Rittmeyer, K., Freyschmidt, J.:
Die Beeinflussung des Schichtbildes durch kreislaufdynamische Faktoren bei der Angiotomographie.
Fortschr. Röntgenstr. 123, 5 (1975), 441 - 446

36) Schad, N., Schepke, P., Rohde, U., Schepke, H., Schmid, V., Breit, A.:
Timing of exposure in angiographic computed tomography. Cardiovasc. Intervent. Radiol. 4 (1981), 59 - 65

37) Seyferth, W., Marhoff, P. und Zeitler, E.:
Digitale Subtraktions-Angiographie (DSA): Diagnostischer Stellenwert und Risiko.
Electromedica 50, (1982), 60

38) Seyferth, W., Marhoff, P., Zeitler, E.:
Transvenöse und arterielle digitale Videosubtraktionsangiographie (DVSA). Erste Erfahrungen nach 120 Patientenuntersuchungen. Röfo. 136, 3 (1982), 301 - 309

39) Thomas, A. Sos, Darracot Vaughan, E., Jr., Pickering, Thomas G., Case, David B., Sniderman, Kenneth W.:
Diagnosis of Renovascular Hypertension and Evaluation of "Surgical" Curability.
Urol. Radiol. 3, 199 - 203

40) Thomas, A. Sos, Saddekni, Souheil, Sniderman, Kenneth W., Weiner, Morris; Beinart, Clifford; Pickering, Thomas G., Case, David B., Darracott Vaughan Jr., E., and Laragh, John H.:
Renal Artery Angioplasty: Techniques and Early Results.
Urol. Rad. 3, (1982), 223 - 231

41) Stanley, James C.:
Renovascular Hypertension.
Surgical Treatment.
Urol. Radiol. 3, (1982), 205 - 208

42) Treugut, H., Andersson, I., Hildell, J., Nyman, U., Weibull, H.:
Diagnostik renaler Perfusionsstörungen durch Sequenz-CT.
Fortschr. Röntgenstr. 135, 4 (1981), 381 - 388

43) Vogler, E., Herbst, R.:
Angiographie der Nieren.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1958)

44) Wegener, H. O.:
Ganzkörper-Computertomographie.
Schering 1981, Verlag: S. Karger, Basel-München-Paris.

45) Weigert, F., Wehweck, H., Eggemann, F.:
Bolus-Kurzinjektion als Routinemethode bei der Ausscheidungsurographie.
Röfo. Röntgen-Bl. 35, (1982), 336 - 338

46) Wenz, W.:
Abdominale Angiographie.
Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, New York, 1972

47) Ziedses des Plantes, G. B.:
Subtraktion. Eine röntgenographische Methode zur separaten Abbildung bestimmter Teile des Objekts.
Fortschr. Röntgenstr. 52, (1935), 69

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die dem Fachbereich Humanmedizin der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit

"Über den Wert der Nephroangiotomographie im Vergleich zur intravenösen Subtraktionsangiographie in der Routinediagnostik der Hypertonie"

im Zentrum der Inneren Medizin der Städtischen Krankenanstalten Darmstadt, Medizinische Klinik III, unter Leitung von Prof. Dr. Höffler und Radiologie I, der Städtischen Kliniken Darmstadt, unter Leitung von Prof. Dr. Deininger ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Medizinischen Fakultät bzw. Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Darmstadt März 1983

Ich bin zu Dank verpflichtet:

Herrn Prof.Dr.D.Höffler für die Überlassung des Themas und seine Beratung bei der Durchführung.

Herrn Prof.Dr.H.K.Deininger für die Bereitstellung der Untersuchungsplätze, sowie die Beratung und Beurteilung.

Frau Oberärztin Dr.med.G.Bolsinger für die Beratung bei der praktischen Durchführung.

Frau M.Stöhr und Frau O.Wolf für die freundliche Unterstützung beim Schreiben.

L e b e n s l a u f

Am 15. 5. 1947 wurde ich als Sohn des Landwirts Schehda Hassan Ocal und dessen Ehefrau Safia geb. Hijazy in Rafah - Gazastreifen - Palästina geboren.

Mit 6 Jahren wurde ich in der Volksschule Rafah eingeschult. Nach 6 Schuljahren wechselte ich auf das Gymnasium in Rafah über, wo ich dort drei Schuljahre absolvierte.
Ab dem 10. Schuljahr besuchte ich die Oberschule in Rafah. Dort habe ich 1968 das Abitur auf dem Naturwissenschaftlichen Zweig abgelegt.
Da ich keine Möglichkeit zum Studium weder im Gazastreifen noch in einem anderen arabischen Land hatte, bin ich nach Deutschland am 1. 5. 1969 eingereist, um hier zu studieren. Deutsch habe ich im Goethe-Institut, Kochel am See, Universität München, Berlitz-Schule Heidelberg, beim Studienkolleg an der Universität des Saarlandes und während des Medizinstudiums an der Universität des Saarlandes erlernt.

Vom April 1970 bis März 1971 habe ich das Studienkolleg Saarbrücken erfolgreich absolviert.
Vom Sommersemester 1971 an habe ich an der Universität des Saarlandes mit dem Medizinstudium begonnen.
Vorphysikum April 1972, Physikum Oktober 1973, Staatsexamen November 1976.

Vom Juli 1973 bis Dezember 1976 bin ich im Rahmen der Studienförderung der Friedrich-Ebert-Stiftung unterstützt worden.

Seit dem 30. Dezember 1976 bin ich mit Basma Ocal geb. Abu Baker aus Gaza verheiratet. Wir haben 2 Kinder, Hazem und Diema.

Die Medizinalassistentenzeit habe ich wie folgt absolviert:
Vom 1. Febr. 1977 bis 31. Juli 1977 an der Medizinischen Klinik der Städtischen Kliniken Braunschweig,
vom 1. Aug. 1977 bis 30. Nov. 1977 Chir. Klinik, Winterberg-Krankenhaus Saarbrücken,
vom 1. 12. 1977 bis 31. Jan. 1978 Gynäkologische Abteilung

Marienhospital Darmstadt.
Die Approbation als Arzt erhielt ich am 1. 2. 1978.
Vom 1. 2. 1978 bis zum 30. Juni 1978 war ich Assistenzarzt an der Gynäkologischen Abteilung Marienhospital Darmstadt.
Wegen Mangel an Radiologen in meinem Land habe ich mich entschlossen, Facharzt für Radiologie zu werden.
Ab 1. 7. 1978 bis 31. 12. 1979 habe ich den Strahlentherapieabschnitt in den Städtischen Kliniken Darmstadt absolviert.
Seit dem 1. 1. 1980 befinde ich mich in der Weiterbildung als Assistenzarzt in der Radiologie I der Städtischen Kliniken Darmstadt. Im Laufe der zweiten Hälfte 1983 werde ich mein Facharztexamen ablegen. Ich habe die Absicht, nach Beendigung meiner Facharztprüfung im Gazastreifen als Radiologe zu arbeiten.

Darmstadt, März 1983

Ead Ocal